



VEDENHAPETTIMEN TUOTANNON KEHITYS

Opinnäytetyö

Olli Kähkölä

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Hitsaustekniikka

Hyväksytty _____.____.____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Olli Kähkölä

Työn nimi

Vedenhapettimen tuotannon kehitys

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

29.4.2010

Sivumäärä

27

Työn valvoja

Lehtori Anssi Suhonen

Yrityksen yhdyshenkilö

Hitsauskoordinoija Jussi Komulainen

Yritys

Brandente Oy

Tiivistelmä

Tämän insinöörityön aiheena oli Mixox-vedenhapettimen tuotannon kehitys. Vedenhapettimen on vedenpinnan alle asennettava laite, joka pumpkaa päällysvettä lähelle pohjaa. Hapettimen tarkoitus on elvyttää rehevöitynyt vesistö sekoittamalla hapekasta pintavettä hapettomaan pohjaveteen.

Työ aloitettiin mallintamalla vedenhapettimesta 3D-valmistuskuvat SolidWorks-ohjelmalla. Suunnittelussa otettiin huomioon Brandente Oy:n käytössä olevat metallintyöstökoneet, jotta osien valmistaminen sekä vedenhapettimen kokoonpano olisi nopeaa ja edullista. Pääpaino työssä oli 3D-suunnittelu, läpimeno- ja kokoonpanoajan pienentäminen ja materiaalien yhtenäistäminen.

Tulosten perusteella voitiin todeta, että tuotannon kehitys oli onnistunut, sillä vedenhapettimen läpimenoaika väheni noin 20 %. Muita tuloksia olivat yhtenäiset materiaalit, selkeät valmistuskuvat sekä metallintyöstökoneiden tehokas hyödyntäminen vedenhapettimen valmistuksessa.

Avainsanat

tuotannon kehittäminen, veden hapettaminen, 3D-mallinnus

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Mechanical Engineering and Production Technology

Author

Olli Kähkölä

Title of Project

Production Development of Water Oxidant

Type of Project

Final Project

Date

March 29, 2010

Pages

27

Academic Supervisor

Mr Anssi Suhonen, M.Sc.

Company Supervisor

Mr Jussi Komulainen, IWS.

Company

Brandente Ltd

Abstract

The aim of this final year project was to improve the production development of the Mixox water oxidant system. The water oxidant system is a device which is mounted below the surface of the water. Mixox pumps oxygen from the surface water to the bottom. The purpose of Mixox is to mix surface water and ground water and thus slow down the eutrophication process in water.

This final year project was started by modeling the 3D manufacturing images of the Mixox by SolidWorks design software. Brandente Ltd's machine tools were taken into account in the design. The most important things in this final year project were to lower the turnaround time and material options.

On the basis of the results it can be stated that the production development was successful. The turnaround time of the water oxidant system lowered by about 20 %. Other results were uniform materials, clear manufacturing images and effective use of machine tools.

Keywords

Intensifying the production, oxidation of water, 3D design

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Haluan kiittää Brandente Oy:tä mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyöstä. Kiitän lämpimästi työn valvojaa, hitsauskoordinoija Jussi Komulaista sekä ohjaavaa opettajaa lehtori Anssi Suhosta tuesta ja kannustuksesta. Erityiskiitos Vesi-Eko:n toimitusjohtajalle Erkki Saarijärvelle kannustuksesta sekä neuvoista ongelmien ratkaisuun.

Kuopiossa 29.4.2010

Olli Kähkölä

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 BRANDENTE OY.....	7
3 MIXOX-HAPETIN.....	8
3.1 Mixox-hapetus.....	8
3.2 Soveltuvuus	8
3.3 Tekniset tiedot.....	9
4 LÄHTÖTILANTEEN KUVAUS	10
4.1 Valmistuskuvat.....	10
4.2 Laserleikkaus.....	10
4.3 Särmäys	11
4.4 Osto-osien hyödyntäminen.....	13
4.5 Kokoonpanoaika	13
5 TUOTANNON KEHITYS	14
5.1 Hapettimen mallintaminen	15
5.1.1 Osakuvat.....	15
5.1.2 Osakokoonpanot.....	15
5.1.3 Kokoonpanokuvat.....	15
5.1.4 DXF-geometria.....	17
5.2 Materiaalivalinnat	18
5.3 Särmäys.....	18
5.4 Osto-osien hyödyntäminen.....	21
5.5 Laatu.....	22
5.6 Prototyyppi.....	23
5.7 Kehityskeskustelut	24
5.8 Läpimenoaika.....	25
6 YHTEENVETO.....	26
LÄHTEET	27

1. JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoite on Mixox-hapettimen tuotantomenetelmien kehitys. Hapettimen valmistuksessa pyritään hyödyntämään Brandente Oy:n koneita tehokkaasti ja taloudellisesti sekä hyödyntämään osto-osien saatavuus.

Työn päätavoite on pudottaa Mixox-hapettimen valmistuksen läpimeno- ja kokoonpanoaikaa sekä materiaalikustannusten minimointi suunnittelun myötä. Toinen suuri tavoite oli hyödyntää konepajan laserlevynleikkauskonetta sekä särmäyspuristinta tehokkaasti.

Brandente Oy on valmistanut Mixox-hapettimia tilaustyönä Vesi-Eko Oy:lle. Hapettimesta ei ole ollut riittävän monipuolisia valmistuskuvia, eikä Brandente Oy:n laserlevynleikkauskonetta ole hyödynnetty tehokkaasti hapettimien valmistuksessa. Työ aloitettiin mallintamalla Mixox-hapettimesta osakuvat sekä valmistuskuvat. Hapettimesta valmistettiin projektin aikana prototyyppi, jonka pohjalta tehtiin tarvittavat muutokset valmistuskuviin.

Opinnäytetyöstä tehtiin salassapitosopimus Brandente Oy:n pyynnöstä. Opinnäytetyössä ei ole käsitelty tuotannon kehityksen tuloksia yksityiskohtaisesti eikä valmistuskuvia julkaista yleiseen levitykseen.

Opinnäytetyö on jaettu kahteen pääkohtaan. Luvussa 4 käsitellään lähtötilannetta missä kuvataan alkuperäisiä menettely- ja valmistustapoja. Luvussa 5 kehitystyön tuloksia.

2. BRANDENTE OY

Brandente Oy on Kuopion Itkonniemessä toimiva metallialan yritys. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2009 noin kuusi miljoonaa euroa. Henkilökuntaa yrityksellä on noin 50; lisäksi yritys palkkaa henkilöstöä kausiluontoisesti. /1/

Yritys tuottaa monipuolisesti korkeatasoisia konepajatuotteita koti- ja ulkomaisten yhteistyökumppaneiden kanssa. Brandente Oy valmistaa konepajallaan hitsaukset, ohutlevytyöt, koneistukset ja kokoonpanot. Lisäksi Brandente Oy valmistaa laserleikkeitä sekä teräsrakenteita asiakkaan luona.

Suurimpia yhteistyökumppaneita ovat mm. Kuopiossa sijaitseva paalutuskoneita valmistava Junttan Oy sekä Vieremällä sijaitseva metsäkoneita valmistava Ponsse Oy. Brandente Oy tunnetaan Suomessa ja maailmalla luotettavana ja nopeana konepajatuotteiden valmistajana. /2/

3. MIXOX-HAPETIN

3.1 Mixox-hapetus

Mixox-hapetus on tehokas, luotettava ja edullinen järvien hapettamistapa. Mixox-hapetin on patentoitu erikoispumppujärjestelmä, joka ankkuroidaan järven syvänteen kohdalle pinnan alle (1 - 3 m). Vesi johdetaan pumppujärjestelmän avulla vedenjohdosukkaa myöten lähelle pohjaa. Alusveden ja päällysveden väliset lämpötila- ja tiheyserot saavat aikaan rauhallisen, mutta laajan ja siksi tehokkaan kiertosekoituksen, jossa järven luonnollinen lämpötilakerrostuneisuus säilytetään. /3/

Mixox-hapetin on sille soveltuviin kohteisiin ylivoimaisesti edullisin. Mixox-hapetusmenetelmässä hyödynnetään pintaveteen jo valmiiksi liuennutta happea. Tällöin happea ei tavanomaisten ilmastimien tapaan tarvitse ensin siirtää ilmasta veteen. Näin säästetään merkittävästi energia- ja käyttökustannuksissa. Mixox-hapettimien hapensiirtokyky on tyypillisesti 6 - 12 kg happea / kWh, kun se ilmastintyyppisellä menetelmillä on noin 0,5 - 2 kg happea / kWh. /3/

Mixox-hapetusmenetelmä ei aiheuta ympäristölleen melu- eikä maisemahaittoja, koska koko järjestelmä on upotettu täysin veden alle. Näin se on myös suojassa myrskyiltä ja mahdolliselta ilkivallalta sekä keväällä jäiden lähdöltä. Mixox-hapetin toimii suurissakin järvissä luotettavasti läpi vuoden. /3/

3.2 Soveltuvuus

Mixox-hapetusmenetelmä soveltuu sekä pieniin että suuriin vesistöihin, aina huonokuntoisimpia kohteita myöten. Ainoastaan kaikkein matalimpiin (keskisyvyys alle 1 m) ja talvella koko vesimassan happikadosta kärsiviin kohteisiin menetelmä ei sellaisenaan sovi. /3/

Mixox-hapetusjärjestelmä sopii erityisen hyvin mm.

- likaantuneen järven pohjasedimentin elvyttämiseen ja fosforin saostuksen tehostamiseen
- haja- ja jätevesikuormituksen yleisvaikutusten vähentämiseen (mm. yhdyskunnat, teollisuus, kaatopaikat, kalanviljelylaitokset)
- jätevesien typpikuormitusten vähentämiseen (ammoniumtypen hapetus ja denitrifikaation edistäminen)
- vedenhankintavesistön rauta- ja mangaanipitoisuuksien ja sinileväkukintojen pienentämiseen
- kalaston elinympäristöjen parantamiseen
- kerrostuneisuuksina esiintyvän happivajeen torjuntaan
- happivajeesta kärsivän vesistön elvyttämiseen. /3/

3.3 Tekniset tiedot

Mixox-hapettimia on neljää peruskokoa. Käyttötarve ja sovellusvariaatiot mitoitetaan ja suunnitellaan aina kohteen mukaisesti. Järjestelmän käynninvalvonta hoidetaan nykyisin GSM-tekniikan avulla (taulukko 1). /3/

Taulukko 1. Tekniset tiedot /3/.

MIXOX	MD-500	MD-750	MD-1000	MD-1100
Hapensiirtotarve (kgO₂/d)	150	350	700	800
Tehontarve (kW)	0,6	1,1	2,1	2,5
Virtaama (m³/d)	17 000	35 000	70 000	87 000
Käyttöalue (ha)	1-50	5-100	10-300	20-500

4. LÄHTÖTILANTEEN KUVAUS

4.1 Valmistuskuvat

Brandente Oy on valmistanut Mixox-hapetinta vanhanaikaisilla valmistuskuvilla. Suurin epäkohta valmistuskuvissa on ollut osa- ja kokoonpanokuvien epäselvyys. Lähtökohtana uusille kuville oli se, että ne ovat yksiselitteisiä, jotta jokainen Brandente Oy:n työntekijä voi valmistaa hapettimen alusta loppuun.

Suurimmat epäkohdat valmistuskuvissa ovat:

- osa- ja kokoonpanokuvien puuttuminen
- mitoituksien vajoaus
- epätarkat mitoitukset
- epäselvät osaluettelot
- piirustusten numerointi.

4.2 Laserleikkaus

Brandente Oy:llä on käytössä laserlevynleikkauskone Trumatic L3030, jonka työstöalue on 3000 x 1500 mm. Laserlevynleikkauskoneen suurimmat leikkaussyvytydet ovat teräkselle 15 mm ja ruostumattomalle teräkselle 8 mm (kuva 1). /4/

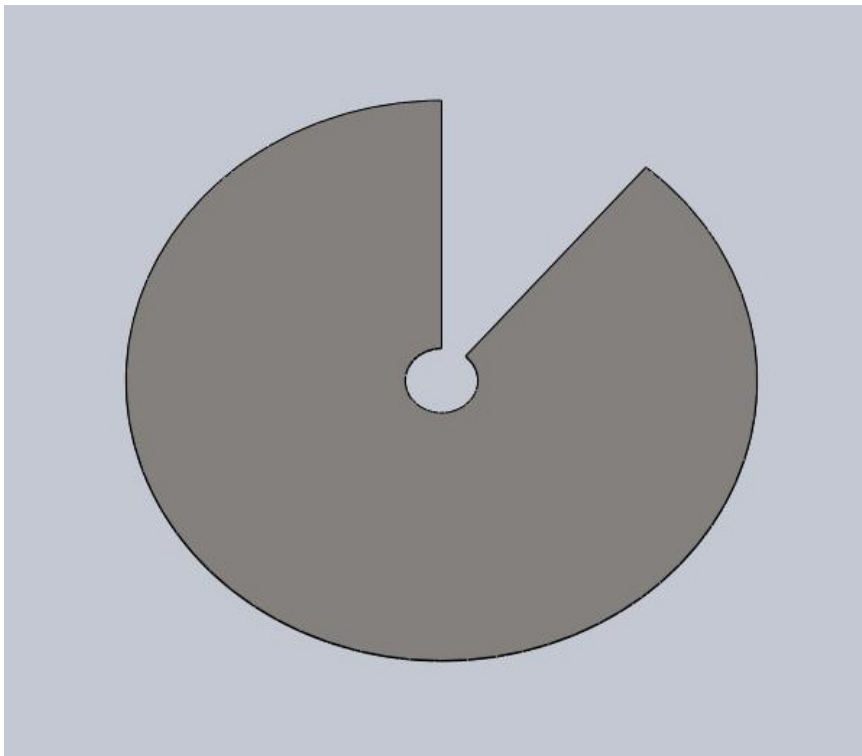


Kuva 1. Laser-levynleikkauskone Trumatic L 3030. /5/

Mixox-hapettimen osat ovat pääsääntöisesti valmistettavissa laserlevynleikkauskoneella. Ongelmana on ollut, että hapettimen kaikista osista ei ole ollut osakuvia DXF-formaatissa, jota laserlevynleikkauskone lukee. Osa hapettimen osista on alkutilanteessa valmistettu käsityönä, joten mittatarkkuus on kärsinyt. Laserleikkaus on kuitenkin erittäin nopea leikkausmuoto ja oikein hyödynnettynä sillä säästetään aikaa ja työvaiheita.

4.3 Särmäys

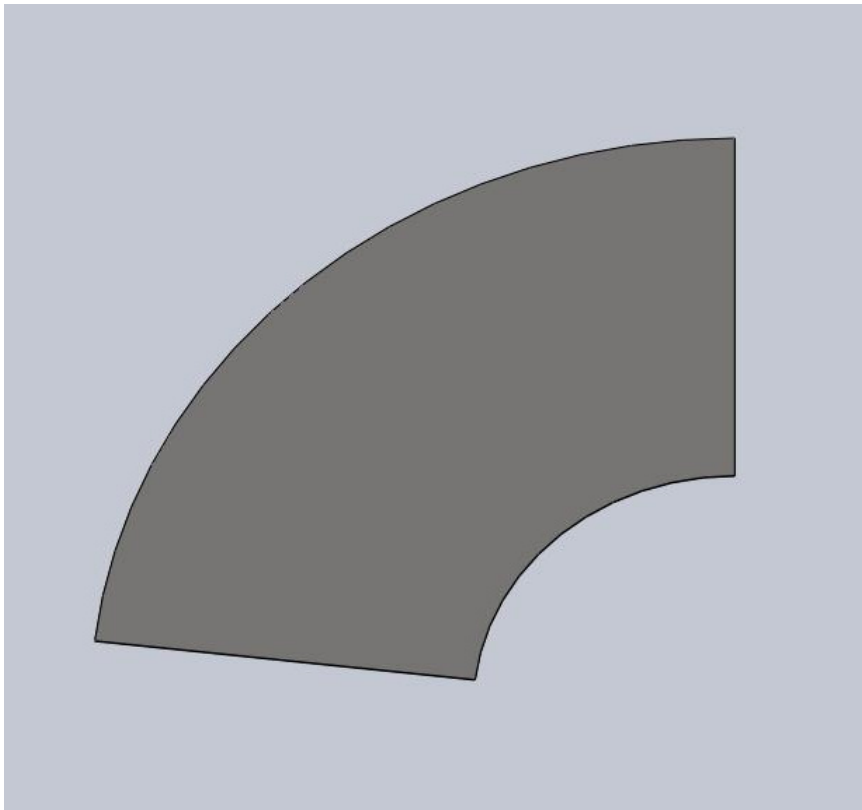
Särmäyksellä tarkoitetaan metallisen ohutlevyn taivuttamista siihen tarkoitettulla laitteella, jota nimitetään särmäyspuristimeksi. Brandente Oy:llä on käytössä 220 tn Ali-ko CNC -särmäyspuristin, jolla voidaan taivuttaa 4000 mm levyisiä ohutlevyjä /6/. Särmäyspuristinta tarvitaan Mixox-hapettimen kannen ja rungon puolikkaiden valmistuksessa lopulliseen muotoonsa. Kuvassa 2 on esitetty SolidWorks-malli MD-750 Mixox -hapettimen kannesta taivuttamattomana.



Kuva 2. MD-750 kansi. SolidWorks-malli.

Hapettimen kansi on 2 mm haponkestävää terästä, joka leikataan laserlevynleikkauskoneella, minkä jälkeen levy taivutetaan särmäyspuristimessa katkaistun ympyräkartion muotoiseksi. Kannen särmäminen vaatii noin 50 taitosta, jotta kansi olisi ympyräkartion muotoinen ja sopiva liitettäväksi hapettimen runkoon.

Hapettimen rungon puolikkaat ovat myös 2 mm haponkestävää terästä, ja ne leikataan laserlevynleikkauskoneessa. Jotta runko olisi mahdollista valmistaa, se täytyy tehdä kahdesta osasta. Kuvassa 3 on esitetty SolidWorks-malli MD-750 Mixox-hapettimen rungon puolikkaasta taivuttamattomana.



Kuva 3. MD-750 rungon puolikas. SolidWorks-malli.

Jotta rungon mittatarkkuus säilytetään, täytyy molemmat rungon puolikkaat särmätä identtisesti. Jos mittatarkkuus ei ole molemmissa rungon puolikkaissa sama, puolikkaat on vaikea liittää hitsaamalla toisiinsa. Tehokkaalla särmäämisellä säästetään aikaa ja erillisiä mittatyökaluja ei tarvita. Luvussa 5.3 kerrotaan, kuinka särmäystä on kehitetty sen helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi.

4.4 Osto-osien hyödyntäminen

Mixox-hapettimen valmistuksessa pyritään hyödyntämään saatavilla olevia osto-osia. Ostosilla tarkoitetaan komponentteja, jotka voidaan ostaa Brandente Oy:n ulkopuolelta valmiina kokonaisuuksina. Valmiiden komponenttien hyödyntäminen laskee yleensä kustannuksia ja tuotteen läpimenoaika.

Mixox-hapettimessa on käytetty hyvin vähän osto-osia. Lähes kaikki osat on valmistettu Brandente Oy:n tiloissa. Ainoastaan muoviset osat on ostettu yrityksen ulkopuolelta.

4.5 Kokoonpanoaika

Kokoonpanojalla tarkoitetaan tuotteen kokoamiseen käytettävää aikaa. Kokoonpanoaikaan ei sisälly osien valmistusta. Opinnäytetyön yksi suurimpia tavoitteita oli laskea Mixox-hapettimen kokoonpanoaikaa.

Kokoonpanoaikaan vaikuttaa:

- valmistuskuvat
- osien mittatarkkuus
- osien yhteensopivuus
- kokoonpanojärjestys.

5. TUOTANNON KEHITYS

Tuotannon kehityksessä pyrittiin tehostamaan Mixox-hapettimen valmistusta ja säilyttämään hapettimen korkea laatu. Kehitystyössä otettiin huomioon Brandente Oy:n metallintyöstökoneet, jotta osia ei tarvitse työstää ihmisvoimin. Tärkeimmiksi koneiksi muodostuivat laserlevynleikkauskone ja särmäyspuristin, joilla voidaan valmistaa ja työstää osat lopulliseen muotoon liittämistä varten.

Tuotannon kehitys aloitettiin mallintamalla uudet valmistuskuvat MD-1100- ja MD-750-hapettimista, jonka jälkeen valmistettiin MD-1100-hapettimen prototyyppi. Prototyypin pohjalta tehtiin tarvittavat muutokset ja lisäykset hapettimeen.

Kehitystyössä tehtiin tiiviisti yhteistyötä Brandente Oy:n ja Vesi-Eko Oy:n kanssa, jotta hapetin vastaisi tilaajan ja valmistajan odotuksia sekä vaatimuksia. Lukuisat kehityskeskustelut antoivat hyvän pohjan itse kehitystyölle.

Tavoitteet tuotannon kehityksessä:

- valmistuskuvien päivitys 3D-muotoon
- metallintyöstökoneiden hyödyntäminen
- materiaalien yhtenäistäminen
- kokoonpanoajan laskeminen
- läpimenoajan laskeminen
- kustannusten laskeminen
- korkean laadun säilyttäminen
- materiaalihallinta.

5.1 Hapettimen mallintaminen

Hapetin mallinnettiin tietokoneavusteisesti SolidWorks-ohjelmalla. Hapettimen mallinnus aloitettiin tutustumalla alkuperäisiin valmistuskuviin. Näiden valmistuskuvien pohjalta suunniteltiin uudet 3D-valmistuskuvat vanhoja kuvia hyväksikäyttäen. Suuria muutoksia itse hapettimeen ei tehty, mutta kuvat päivitettiin vastaamaan nykyäikää ja Brandente Oy:n teknologiaa.

5.1.1 Osakuvat

Jokaisesta hapettimen osasta mallinnettiin uudet osakuvat. Osakuvien piirustusnumerot numeroitiin uudestaan, jotta kuvien hallinta olisi helppoa. Alkuperäisien kuvien heikkoutena oli piirustusnumeroinnin epäjärjestys, ja minkä vuoksi piirustusten tulointa oli haasteellista.

5.1.2 Osakokoonpanot

Suuret kokoonpanot ositettiin pienempiin kokonaisuuksiin, jotta hapettimen kokoonpano olisi selkeämpi. Osakokoonpanot helpottavat myös hapettimen kokoonpanovaiheessa, koska hapetin koostuu monista hyvin samannäköisistä osista. Osakokoonpanokuvat sisältävät myös osaluettelot, joten materiaalihallinta helpottuu. Osakokoonpanokuvia tehtiin hapettimesta esimerkiksi tukilattojen asennuksesta. Osakokoonpanokuvat luotiin A3- ja A2-piirustus pohjille, jotta kuvat eivät olisi epäselviä. Kuvassa 4 on esitetty MD-750-hapettimen kaapelin liitäntäputken osakokoonpanon osaluettelo ja otsikkotaulu.

5.1.3 Kokoonpanokuvat

Kokoonpanokuvat ovat periaatteessa samanlaisia kuin osakokoonpanokuvat. Kokoonpanokuvista ilmenevät kaikki hapettimen osat. Kokoonpanokuvaan tehtiin lisäksi osamerkinnot ja osaluettelot. Kokoonpanokuvat luotiin A3-, A2- ja A1- piirustus pohjille. Valmistuskuvien osaluetteloista ja otsikkoalueesta tehtiin hyvin kattavat, jotta tuotteen materiaalihallinta helpottuisi.

Valmistuskuvien otsikkotaulussa näkyvät merkinnät:

- kappaleen nimitys
- liittyy (osakokoonpano, johon osa tai kokoonpano kuuluu)
- tuote (pääkokoonpano, johon osa tai kokoonpano kuuluu)
- piirustusnumero
- yleistoleranssi
- mittakaava
- massa
- suunnittelija
- revisio.

Osa- ja kokoonpanokuvien osaluetteloista näkyvät merkinnät:

- osan numero
- piirustusnumero
- kappaleen nimitys
- standardi
- muoto ja mitat
- materiaali
- kappaleen lukumäärä.

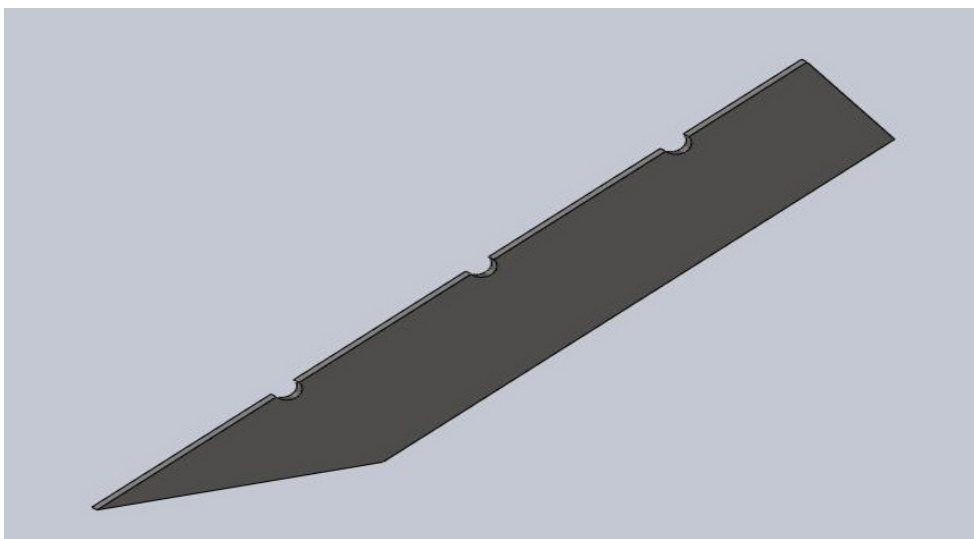
2	75016-A	Kaapelinläpivienni			SFS-EN 10088-1		AlSi316	1
1	75047-A	Kaapelin liitäntäputken etukansi			SFS-EN 10088-1	s=6	AlSi316	1
Osa	Item number	Nimitys			Standardi	Muoto, mitat	Materiaali	Kpl
Yleistoleranssi		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys			
SFS-EN ISO 13920		1:2	MD-750	Kaapelin liitäntäputki	Kaapelin liitäntäputken osakokoonpano			
Suunn.	O Kähkölä				Erillinen		Lisä	
Hyv.		Massa			Piirustusnumero		Revisio	
		2.05 kg			750113-A		A	
					Sheet: 1/1		A3	

Kuva 4. Kaapelin liitäntäputken osaluettelo ja otsikkotaulu.

5.1.4 DXF-geometria

DXF-geometria on tiedostomuoto, joka on yhteensopiva Brandente Oy:n laserlevynleikkauskoneen kanssa. Tavanomaiset SolidWorksin SLDDRW- ja SLDPRT-tiedostomuodot eivät ole yhteensopivia laserlevynleikkauskoneeseen, vaan ne täytyy muuntaa DXF-muotoon. DXF-formaatista täytyy poistaa kaikki ylimääräiset muoto- ja mittaviivat, jotta levynleikkauskone lukee tiedoston.

Valtaosa Mixox-hapettimen osista on valmistettavissa laserlevynleikkauskoneella. Tuotannon kehityksessä luotiin kaikista levyosista DXF-formaatit, jotta osat voidaan valmistaa nopeasti ja tarkasti levynleikkauskoneessa. Lähtötilanteessa kaikista levyosista ei ollut DXF-formaattia, joten osat jouduttiin valmistamaan käsin. Käsin valmistus on hidasta, ja mittatarkkuus ei ole toivottua tasoa. Kuvassa 5 on esitetty SolidWorks-malli MD-750-hapettimen pystytuesta. Pystytukeen on suunniteltu lovet suoja-pantoja varten, jotta pantojen asennus helpottuu huomattavasti. Myös lovet voidaan leikata laserlevynleikkauskoneella.



Kuva 5. SolidWorks-malli MD-750-hapettimen pystytuesta.

Laserlevynleikkauskoneella voidaan myös piirtää levyille. Piirtämisellä tarkoitetaan pienen uran polttamista levyn pintaan. DXF-kuviin voidaan piirtää muotoviivat, jotka poltetaan levynleikkauskoneessa pieniksi uriksi. Uria voidaan hyödyntää esimerkiksi särmättävissä osissa. Särmäämisestä kerrotaan tarkemmin luvussa 5.3.

5.2 Materiaalivalinnat

Materiaalina hapettimessa käytetään ruostumatonta, haponkestävää austeniittistä terästä (Aisi 316). Materiaalivalinnoissa otettiin huomioon materiaalipaksuudet, jotta osat voidaan valmistaa samasta aihioista. Alkutilanteessa levynpaksuudet olivat 2, 3 ja 4 mm. Hapetin suunniteltiin uusiksi siten, että valtaosa materiaalivahvuuksista on 2 ja 3 mm. Suunnittelussa otettiin huomioon, että hapettimen laatu ei heikkene, vaikka materiaalipaksuus pienenee.

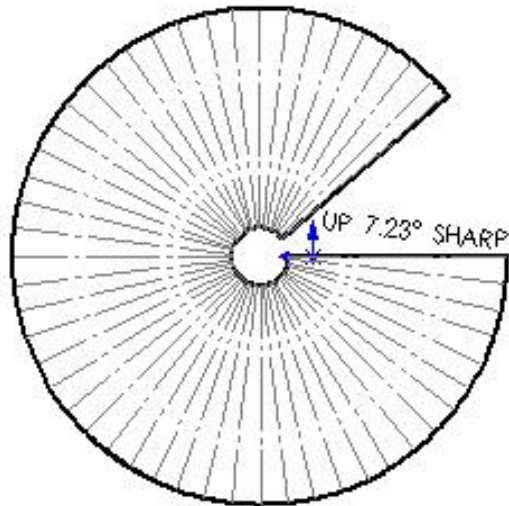
Materiaalivahvuuksien minimoinnilla saavutetaan seuraavat edut:

- kustannukset laskevat (osat voidaan valmistaa samasta aihioista ja aihioden siirtelyyn ei kulu aikaa)
- materiaalivarastot pienenevät (varaston hallinta helpottuu)
- kokoonpano helpottuu.

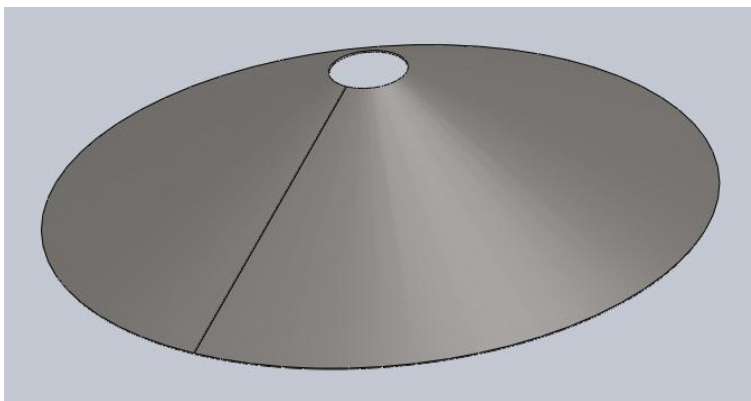
5.3 Särmäys

Särmäystä kehitettiin siten, että laserlevynleikkauskoneessa poltettiin urat taitoskoddille. Urat nopeuttavat särmäystä huomattavasti ja tekevät kappaleen käsittelyn helpommaksi. Myös mittatarkkuus paranee huomattavasti. Hapettimen valmistuksessa yksi vaativimpia työvaiheita on rungon puolikkaiden ja kannen särmääminen. Taitoksia rungonpuolikkaassa on 25 kpl ja kannessa 50 kpl.

Kuvassa 6 on esitetty SolidWorks-malli MD-750-hapettimen levityskuva kannesta, johon on suunniteltu muotoviivat uranpolttua varten. Muotoviivoja on yhteensä 50 kpl. Valmistuskuviin on myös merkitty astekulma, joka ilmoittaa käytettävän särmäyskulman, jotta kannesta saadaan särmättäessä katkaistun ympyräkartion muotoinen. Kuvassa 7 on esitetty SolidWorks-malli MD-750-hapettimen kannesta särmättyinä.



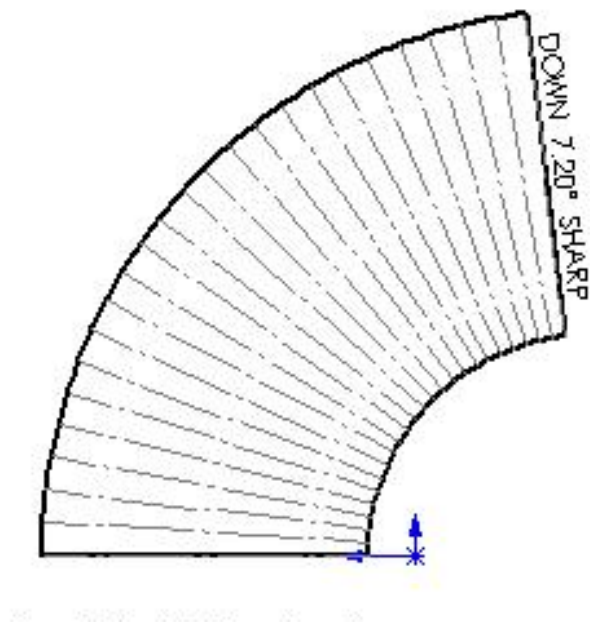
Kuva 6. SolidWorks-levityskuva MD-750-kannesta.



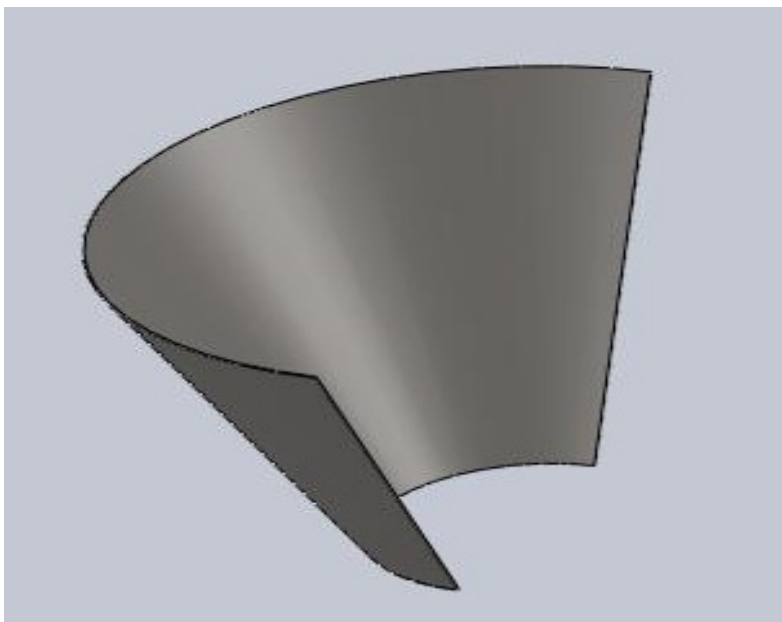
Kuva 7. SolidWorks-malli MD-750-kannesta särmättynä.

Mixox-hapettimen runko koostuu kahdesta rungon puolikkaasta, jotka liitetään toisiinsa hitsaamalla. Rungon puolikkaiden täytyy olla samanlaiset, jotta liittäminen onnistuu. Väärin särmätyt rungon puolikkaat voivat pienentää tai suurentaa rungon halkaisijaa, jolloin muut osat eivät sovi runkoon. Rungon puolikkaille suunniteltiin samanlaiset polttourat kuin hapettimen kannelle.

Kuvassa 8 on esitetty SolidWorks-malli MD-750-rungon puolikkaasta levityskuvana. Kuvaan on merkitty myös käytettävä särmäyskulma. Kuvassa 9 on puolestaan esitetty SolidWorks-malli MD-750-rungon puolikkaasta särmättynä oikean muotoonsa.



Kuva 8. SolidWorks-levityskuva MD-750-rungon puolikkaasta.



Kuva 9. SolidWorks-malli MD-750-rungon puolikkaasta särmättynä.

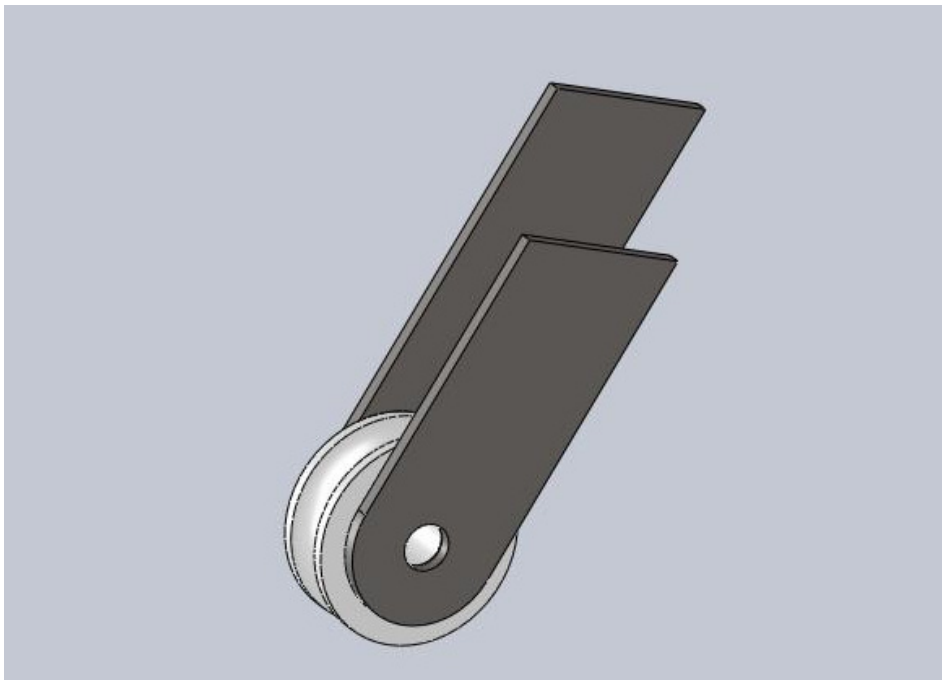
Särmäyksen kehityksessä saatiin merkittäviä tuloksia, jotka laskivat oleellisesti tuotteen läpimenoaikaa. Särmäysaika laski noin 50 %, joka on laskettu mukaan läpimenoaikaan.

Särmäyksen kehityksessä saadut hyödyt:

- särmäysajan laskeminen noin 50 %
- urien poltto levyyn nopeuttaa särmäystä
- mittatarkkuuden paraneminen
- kannen ja rungon esteettisyys.

5.4 Osto-osien hyödyntäminen

Lähes kaikki Mixox-hapettimen osat valmistetaan Brandente Oy:n tiloissa. Osto-osia hyödynnetään, jos osat ovat edullisempia ostaa ulkopuolisilta toimittajilta. Hapettimen kelakoneistossa käytetään muovisia holkkeja, jotka tilataan konepajan ulkopuolelta. Hapettimen ohjainpyörät päätettiin valmistaa Brandente Oy:n tiloissa, koska ohjaimet ovat hyvin yksinkertaisia ja nopeasti valmistettavia. Kuvassa 10 on esitetty vaijerinohjain, jonka metalliosat voidaan valmistaa laserlevynleikkauskoneessa. Kuvan muoviholkki on osto-osa.



Kuva 10. Mixox-hapettimen vaijeriohjain. SolidWorks-malli.

Osien valmistamisen hyötynä on myös se, että osista saadaan juuri sopivia hapettimien. Vaijeriohjaimet kiinnitetään kaltevaan runkoon, jolloin ohjaimen teräksiset osat voidaan polttaa laserlevynleikkauskoneessa juuri oikeaan kulmaan, jolloin vaijeriohjain saadaan helposti ja nopeasti oikeaan asentoon kokoonpano vaiheessa.

Hapettimen nostokorvallinen päätettiin valmistaa itse, koska hapettimen massa ei ole niin suuri, että tarvittaisiin ulkopuolisesti valmistettua nostokorvallista. Nostokorvallinen valmistetaan yksinkertaisesti terästangosta taivuttamalla.

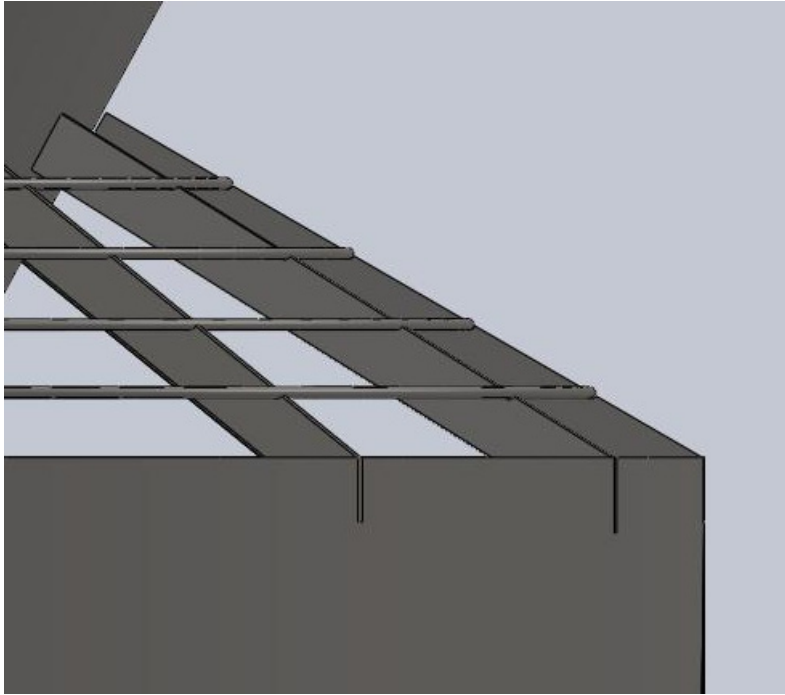
Yleisesti voidaan sanoa, että Mixox-hapettimen osat on taloudellisempaa valmistaa Brandente Oy:ssä. Ostosien heikkoutena on myös tuotteiden saatavuus ja toimitusajat.

5.5 Laatu

Laadullisesti Mixox-hapetin on ollut aina korkealaatuinen. Kehitystyölle lähtökohtana oli säilyttää korkea laatu tai jopa nostaa sitä. Materiaalien valinnassa yhtenäistettiin materiaalien paksuuksia, jolloin täytyi miettiä, kuinka muutokset vaikuttavat hapettimen kestävyys- ja toimintavarmuuteen.

Materiaalivahvuuksien laskemisen myötä parannettiin rungon rakenteita vahvistamalla niitä tukirautoja lisäämällä. Kehityskeskustelujen myötä muutettiin potkurikaavun paksuutta 2 mm:stä 3 mm:iin. Käytössä hapettimeen kohdistuu pyönteitä ja turbulenssia, jolloin rakenteet ovat alttiita kovalle rasitukselle. Rakenteista haluttiin mahdollisimman kestävä ja varmatoimiset, jotta ne kestävä vaadittavat rasitukset veden alla.

Koska hapetin on upotettu veteen, se on altis irtonaiselle lialle ja roskalle, jotka voivat pahimmassa tapauksessa päästä potkuriin. Roskien pääsy potkuriin estettiin lisäämällä suojaavia pantoja potkurikaavun ja rungon väliin. Suojapannat estävät myös eläinten pääsyn potkuriin (kuva 11).



Kuva 11. MD-1100-hapettimen suojapannat 4 kpl. SolidWorks-malli.

Kehitystyössä saavutimme laatuvaatimukset, jotka meille asetettiin VesiEko Oy:n taholta. Hapetin on korkealaatuinen ja se kestää sille kohdistuvat rasitukset moitteettomasti.

5.6 Prototyyppi

MD-1100-hapettimesta valmistettiin prototyyppi, kun valmistuskuvat ja DXF-kuvat saatiin valmiiksi. Prototyypin pohjalta hapettimeen tehtiin tarvittavat muutokset ja parannukset, ennen kuin hapettimia valmistettiin useampia kappaleita kerralla. Suuria muutoksia hapettimeen ei prototyypin jälkeen tehty, ainoastaan pieniä korjauksia ja lisäyksiä valmistuskuviin. Prototyypin jälkeen MD-1100-hapettimia valmistettiin sarjatuotantona yhteensä seitsemän kappaletta. Kuvassa 12 on esitetty MD-1100-hapettimen prototyyppi.

Hapettimen osien mittatarkkuus oli hyvä, joten osat olivat helposti ja nopeasti liitettävissä toisiinsa. Suuria mittamuutoksia ei tarvinnut tehdä hapettimen prototyypin jälkeen. Suurin muutos oli potkurikaavun seinämävahvuuden muuttaminen 3 millimetriin, mikä tehtiin VesiEko Oy:n pyynnöstä.



Kuva 12. MD-1100-hapettimen prototyyppi.

MD-750-hapettimesta ei valmistettu prototyyppiä, koska MD-1100:n suunnittelu onnistui odotetulla tavalla ja MD-750-hapetin on lähestulkoon samanlainen kuin MD-1100. MD-750-hapettimia valmistettiin sarjatuotantona kaksi kappaletta kerralla.

5.7 Kehityskeskustelut

Suunnittelua ja kehitystyötä tehtiin tiiviisti Brandente Oy:n ja VesiEko Oy:n kanssa. Opinnäytetyötä oli mahdollista tehdä Brandente Oy:n tuotantotiloissa, joten ongelmatilanteissa pystyi turvautumaan työn valvojan sekä asentajien apuun. Opinnäytetyön edetessä haastattelin henkilöitä, jotka valmistavat hapettimen osat sekä henkilöitä, jotka kokoonpanivat hapettimen. Lukuisat keskustelut osoittautuivat hyödyllisiksi, koska näin saimme hapettimista asiakkaan toiveiden mukaisia.

Kehityskeskustelun merkitys kehitystyössä:

- palaute tehdystä työstä
- tavoitteiden päivitys
- ajatuksien vaihtaminen, jotta tavoitteet saavutetaan
- laadun varmistaminen
- työympäristön ja motivaation parantaminen.

5.8 Läpimenoaika

Yksi opinnäytetyön tärkeimpiä tavoitteita oli saada Mixox-hapettimen läpimenoaika laskemaan. Läpimenoaika tarkoittaa tuotteen valmistukseen käytettävää aikaa, johon lasketaan kaikki työvaiheet. Läpimenoajan laskemisen myötä myös kustannukset laskevat. Kehitystyön jälkeen läpimenoaika on laskenut noin 20 %.

Läpimenoaikaan ovat vaikuttaneet seuraavat tekijät:

- materiaalien yhtenäistäminen
- laserlevynleikkauskoneen tehokas käyttö
- särmäyksen tehostaminen
- selkeät kokoonpanokuvat
- kokoonpanojärjestys.

6. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laskea vedenhapettimen valmistuksen kokoonpano- ja läpimenoaikaa. Tuotannon kehityksessä huomioitiin myös Brandente Oy:n metallintyöstökoneet siten, että hapettimen valmistus on nopeaa ja laadukasta. Suunnitelmasa opinnäytetyölle oli varattu aikaa 4,5 kuukautta. Aikataulu venyi hieman muiden opiskeluiden vuoksi, mutta tärkeimmät tulokset saatiin valmiiksi suunnitelman mukaisesti.

Hapettimen tuotannonkehitys onnistui hyvin ja sille asetetut tavoitteet saavutettiin. Valmistuskuvat ovat selkeät ja monipuoliset. Valmistuskuvien pohjalta hapettimen pystyy kokoamaan jokainen Brandente Oy:n asentaja. Brandente Oy:n käytössä olevia koneita voidaan hyödyntää tehokkaasti hapettimien valmistuksessa. Tehokkaalla kehitystyöllä saadaan aikaan kustannusten laskua ja tuotantomenetelmien tehostamista.

Opinnäytetyössä mallinnettiin MD-1100- ja MD-750-hapettimista valmistuskuvat. Työn aikana opin SolidWorks -ohjelmasta uusia ominaisuuksia ja sain neuvoja suunnitteluun liittyen. Ohjaavasta opettajasta ja valvojasta oli suuri apu työn onnistumisen kannalta. Opinnäytetyö sisälsi kehityskeskusteluja sekä neuvotteluja, joissa sain olla yhteydessä eri ammattiryhmien kanssa.

LÄHTEET

1. Brandente Oy. Laatutuotteita teräksestä [Esite]
2. Brandente Oy. [verkkosivu] [viitattu 28.12.2009]
Brandente Oy > yritys. Saatavissa:
<http://www.brandente.fi/fi/Yritys.html>
3. Vesi-Eko Oy. [verkkosivu] [viitattu 28.12.2009]
Vesi-eko > hapetus ja ilmastus > mixox- hapetus > lataa esite. Saatavissa:
<http://www.vesieko.fi/content/view/34/43/>
4. Brandente Oy. [verkkosivu] [viitattu 6.1.2010]
Brandente Oy > koneluettelo. Saatavissa:
<http://www.brandente.fi/fi/Koneluettelo.html>
5. Brandente Oy. [verkkosivu] [viitattu 10.1.2010]
Brandente Oy > laserleikkaukset. Saatavissa:
<http://www.brandente.fi/fi/Laserleikkaukset.html>
6. Brandente Oy. [verkkosivu] [viitattu 3.4.2010]
Brandente Oy > koneluettelo. Saatavissa:
<http://www.brandente.fi/fi/Koneluettelo.html>